

Шлеенков А. С., Булычев О. А., Шлеенков С. А.  
*ИФМ УрО РАН, г. Екатеринбург*

## **УСТАНОВКА УМД-121 ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МАГНИТНОГО КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОСВАРНЫХ ТРУБ ДИАМЕТРОМ 168–530 мм**

Рассмотрена оптимальная структурная схема и отличительные особенности новой, впервые в мировой практике, созданной, автоматизированной установки для магнитной дефектоскопии сварного шва и околошовной зоны электросварных труб диаметром 168-530мм в технологическом потоке их производства, отвечающей современным требованиям. Показано, что применение компьютерных технологий и тонкопленочных преобразователей высокого разрешения позволяет существенно увеличить функциональные возможности дефектоскопа и обеспечивает выявление не только дефектов типа нарушений сплошности металла и смещений кромок, но и дефектов, обусловленных нарушением режимов сварки типа прожогов и слипаний кромок в области сварного шва.

**Ключевые слова:** электросварные трубы, сварной шов, магнитный контроль, магнитная система, моделирование, матричный преобразователь, поля рассеяния, дефекты, отбраковка.

Технология производства электросварных труб обладает многими достоинствами, в том числе высокой производительностью и хорошей геометрией труб. В настоящее время в промышленности применяется несколько типоразмеров станов высокочастотной сварки, охватывающих сортамент изготавливаемых труб по диаметру 20–630 мм, а по толщине стенки 1–16 мм. Известно, что нарушения сплошности в электросварных трубах, как правило, локализованы в зоне шва. Поэтому проблема надежного контроля качества сварного соединения является актуальной.

Особенностью контроля электросварочных труб в технологическом потоке являются высокие скорости движения (более 1 м/с). Поэтому наибольшее распространение получили ультразвуковые, магнитные и

вихретоковые методы контроля. Трубы небольшого диаметра (не свыше 60 мм) наиболее просто контролировать с помощью проходных вихретоковых преобразователей. Трубы диаметром до 219 мм контролируются в основном магнитными методами по всему объему. Контроль качества сварного шва электросварных труб среднего диаметра (до 630 мм) осуществляется, как правило, ультразвуковым методом.

Поскольку применение акустических методов для НК электросварных труб, изготовленных стыковой высокочастотной сваркой, с неснятым внутренним гратом малоэффективно, возникла необходимость создания установки для магнитного контроля зоны шва электросварных труб диаметром от 168 мм до 530 мм.

Такая установка создана в Институте физики металлов УрО РАН. В ее основе – однокристалльные тонкопленочные атричные преобразователи (МП). В качестве магниточувствительных элементов (МЭ) использованы преобразователи на эффекте анизотропии магнетосопротивления в ферромагнитной пленке, в которых реализован предложенный нами новый принцип измерения напряженности магнитного поля.

Синтез МП с применением современных интегральных технологий позволяет выпускать их в больших количествах, в результате чего появилась возможность организовать НК электросварных и горячекатаных труб диаметром до 530 мм в пределах дуги длиной до 120 °. Это достигается равномерным размещением МЭ по периметру трубы, которая поступательно перемещается со скоростью до 1 м/с относительно неподвижных МЭ.

Обнаружение изменений (рассеяния) магнитного поля, обусловленных нарушениями сплошности металла (дефектами), производится магниточувствительными датчиками, снабженными дифференциальными МП, которые помещаются в специальные защитные конструкции – кассеты, обеспечивающие доставку первичных преобразователей непосредственно к

поверхности трубы с постоянным зазором 2–3 мм и одновременно их защиту от механических повреждений.

Установка УМД-121 предназначена для автоматического неразрушающего контроля сварного шва и околошовной зоны на непрерывной трубе, но может применяться для входного (выходного) контроля мерных труб. Контролю подвергаются трубы только со снятым наружным гратом. Наличие внутреннего грата не отражается на результатах контроля.

Установка обеспечивает выявление дефектов, выходящих на наружную и внутреннюю поверхности, а также по всей толщине сварного шва и околошовной зоны. Ширина зоны контроля составляет соответственно 1/12 периметра контролируемой трубы (максимальная ширина зоны контроля трубы диаметром 530 мм равна 140 мм).

Установка обеспечивает контроль сварного шва с чувствительностью, установленной по выявлению сквозного отверстия диаметром 1,6 мм и/или расположенного на наружной и внутренней поверхностях трубы продольного искусственного дефекта (риски) прямоугольного профиля со следующими параметрами:

- длина не менее 25 мм;
- ширина  $\leq 0,5$  мм;
- глубина 10 % (от номинальной толщины стенки трубы).

**Установка состоит из следующих основных частей:**

- механической части с намагничивающим устройством и устройством доставки первичных преобразователей в зону контроля (контрольной позиции);
- электронной системы установки УМД-121, кассет с магниточувствительными датчиками, блоками коммутации и автоматики (системы обработки результатов магнитной дефектоскопии);
- блока дефектоотметчика с дефектоотметчиком;
- комплекта контрольных образцов КО;

- коммуникаций электрических кабелей.

Контрольная позиция (рис. 1) установки УМД-121 предназначена для выполнения следующих функций:

- проведения контрольных операций на электросварных трубах диаметром от 168 до 530 мм;
- настройки установки на контрольном образце;
- доставки первичных преобразователей в зону контроля и защиты их от механических повреждений;
- ручной переналадки при переходе от одного диаметра к другому.

В процессе приемочных испытаний установки магнитного контроля электросварных труб УМД-121 в линии стана 168-530 ТЭСЦ-2 ЗАО «ТМК-КПВ», расположенного на территории ОАО «Северский трубный завод», установлено, что чувствительность магнитного дефектоскопа УМД-121 соответствует требованиям ГОСТ Р 52079-2003, а также наивысшим уровням чувствительности стандартов ASTM E-570-91, API 5T, API 5L, DIN 476 и др.

В промышленных условиях с помощью установки УМД-121 были выявлены на внутренней поверхности трубы в области шва дефекты трубного производства (следы от технологического инструмента). На наружной поверхности свариваемых кромок – дефекты прокатного производства (раковины).

По результатам испытаний установка УМД-121 введена в промышленную эксплуатацию в ОАО «Северский трубный завод» (трубоэлектросварочный стан ЗАО «ТМК-КПВ»).

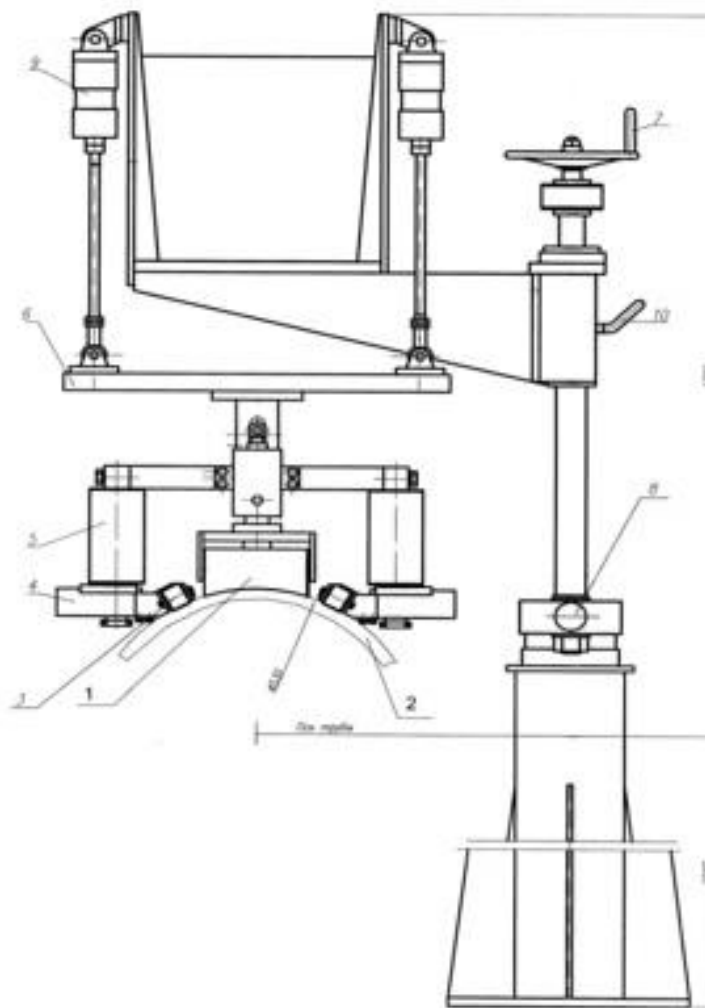


Рис. 1. Установка УМД-121

Органы управления и основные узлы контрольной позиции:

- 1 – кассета с магниточувствительными элементами;
- 2 – контролируемая труба;
- 3 – ограничительные (защитные) ролики;
- 4 – полюсный наконечник;
- 5 – катушка намагничивания;
- 6 – траверса;
- 7 – настройка по высоте;
- 8 – фиксация по горизонтали;
- 9 – пневмоцилиндр;
- 10 – фиксация по вертикали.

Работа выполнена при частичной поддержке Президиума РАН (проект № 12-П-2-1057 Программы Президиума РАН).